



HIGIENE
EN EL TRABAJO

EJE GENERAL 5

Riesgos específicos en colectivos de trabajadores

Taller de mantenimiento y reparación de vehículos. Riesgo por exposición al ruido



Comunidad
de Madrid

© Comunidad de Madrid
Edita: Instituto Regional de Seguridad y salud en el trabajo
Consejería de Economía, Haciencia y Empleo
irsst.publicaciones@madrid.org
Edición digital: 2025
Realizado en España – *Published in Spain*



Esta versión forma parte de la
Biblioteca Virtual de la
Comunidad de Madrid y las
condiciones de su constitución
y utilización se rigen por las
que aparecen en el apartado
legal de la misma.
comunidad.madrid/publicacions

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	4
DESCRIPCIÓN DEL CASO PRÁCTICO: TRABAJOS DE MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DE VEHÍCULOS EN UN TALLER MECÁNICO	7
IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PELIGRO DE EXPOSICIÓN AL RUIDO EN TRABAJOS DE MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DE VEHÍCULOS EN UN TALLER MECÁNICO	11
EVALUACIÓN DEL RIESGO DE EXPOSICIÓN AL RUIDO DURANTE LOS TRABAJOS DE MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DE VEHÍCULOS EN UN TALLER MECÁNICO	15
MEDIDAS PREVENTIVAS FRENTES AL RIESGO DE EXPOSICIÓN AL RUIDO DURANTE LOS TRABAJOS DE MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DE VEHÍCULOS EN UN TALLER MECÁNICO	33
BIBLIOGRAFÍA	41

Introducción



1. INTRODUCCIÓN

Un taller mecánico se configura como un espacio versátil en el que se desarrollan trabajos de mantenimiento, reparación, sustitución o reforma en el sistema mecánico, eléctrico, equipos y elementos auxiliares del vehículo. En el mismo puede existir además una sección de chapa y pintura en el que se realicen trabajos de reparación, sustitución y puesta a punto de las zonas afectadas de la carrocería de un vehículo.

Para la realización de este tipo de trabajos es necesario hacer uso de diferentes tipos de maquinaria y herramientas que serán fuente de riesgos de distinta índole. Entre los generadores de problemas de salud hay uno que a menudo se pasa por alto, el ruido excesivo.

Los talleres son zonas con un ruido constante y normalmente alto, debido a la presencia y uso de diferentes máquinas y herramientas y la ejecución de diversos procesos que se llevan a cabo: pruebas de motor, cabinas, sistemas de ventilación, trabajos en chapa. No establecer medidas preventivas y no utilizar las protecciones adecuadas puede derivar en enfermedades profesionales.

La hipoacusia o pérdida de audición es el efecto más común de la exposición a niveles excesivos de ruido y puede llegar a ser permanente e irreversible, si el trabajador permanece expuesto. La pérdida auditiva es la enfermedad profesional más común en Europa, y representa aproximadamente una tercera parte de las enfermedades de origen laboral, por delante de los problemas de la piel y del sistema respiratorio, según datos de la Agencia Europea de Seguridad y Salud en el Trabajo (EU-OSHA).

También son habituales los acúfenos que provocan una sensación constante de timbre o zumbidos en el oído. Una exposición excesiva al ruido aumenta el riesgo de sufrir acúfenos, primer indicio de que el ruido está dañando el oído.

Existen también otros peligros, asociados a la hipoacusia, que pueden afectar a la seguridad y salud de los trabajadores. Por ejemplo, los trabajadores con pérdida auditiva pueden correr un mayor riesgo de sufrir incidentes relacionados con la seguridad, ya que pueden no escuchar alarmas de advertencia o tener dificultades para comunicarse de forma efectiva con el resto de trabajadores. Por otro lado, la exposición a niveles de ruido elevados de manera constante genera un aumento de la presión sanguínea y de la frecuencia cardiaca, llegando a provocar síntomas como la irritabilidad, cansancio, nerviosismo, trastornos del sueño, estrés y disfonía (al tener que alzar la voz para comunicarse).

Debido a la naturaleza de las tareas y actividades que se realizan en lugares de trabajo como los talleres de reparación de vehículos, pueden producirse niveles de ruido lo suficientemente elevados como para dar lugar a efectos negativos en la salud de los trabajadores. Por ello, resulta necesario realizar una evaluación, higiénica, y planificación de la actividad preventiva, conforme a lo establecido en el RD 286/2006 sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.



A pesar de ser un requisito normativo, en el estudio publicado por el Instituto Nacional de seguridad y salud en el Trabajo (INSST, 2021) en una amplia muestra de empresas pertenecientes a diferentes sectores, se evidenció que únicamente el 8% de las empresas que identifican el ruido como riesgo, realizan una evaluación específica del ruido conforme al procedimiento legal.

Por este motivo, el Instituto Regional de Seguridad y Salud en el Trabajo de la Comunidad de Madrid (IRSST), en colaboración con la asociación de Servicios de Prevención Ajenos (ASPA-ANEPA), publica este Supuesto Práctico Preventivo (SPP) donde se presenta y resuelve un caso práctico relativo a los trabajos de reparación y mantenimiento de vehículos en un taller mecánico.

Este SPP está orientado a facilitar una información especializada del riesgo de exposición al ruido, que facilite su identificación, evaluación y control, a los técnicos de prevención de riesgos laborales con conocimientos del sector de los talleres de servicio¹.

¹ El sector de talleres de reparación mecánica de automóviles es sobradamente conocido de manera generalizada. No obstante, para la comprensión del documento puede ser necesario tener un conocimiento, al menos básico, del sector y las tareas llevadas a cabo. Puede encontrar información al respecto en los documentos incluidos en el apartado bibliografía, entre los que se incluye la «Guía práctica de prevención: Trabajos de mantenimiento o reparación en vehículos eléctricos».



Descripción del caso práctico: trabajos de mantenimiento y reparación de vehículos en un taller mecánico

2. DESCRIPCIÓN DEL CASO PRÁCTICO: TRABAJOS DE MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DE VEHÍCULOS EN UN TALLER MECÁNICO

En la empresa TALLER ODIUR, S.L., que tiene como actividad principal el mantenimiento y reparación general multimarca de vehículos ligeros, se ha detectado la pérdida auditiva tras realizar un reconocimiento médico periódico en uno de los trabajadores. El servicio médico responsable de la vigilancia de la salud, conjuntamente con el técnico de prevención de la empresa, se plantean la investigación de si esta lesión es consecuencia de una exposición al ruido durante el trabajo y, en su caso, evaluación o revisión de la evaluación, atendiendo a lo establecido en el art.11 del RD 286/2006 sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.

Tras realizar la investigación se ha constatado que la evaluación de riesgos no se encuentra actualizada y que los niveles de exposición que se habían medido en su momento, arrojaban valores que no excedían los niveles superiores de acción, pero sí que superaban los niveles inferiores. Los datos de la anterior medición son previos a la contratación de un tercer mecánico y la instalación del segundo elevador. En consecuencia, el técnico de prevención de riesgos laborales del Servicio de Prevención del taller, plantea revisar la evaluación de riesgos y las medidas previstas para eliminar o reducir los riesgos, donde ya se incluía como medida el uso voluntario de protectores auditivos. De hecho, los trabajadores tienen a su disposición equipos de protección individual (EPIs) de protección auditiva, tipo tapón, cuyos parámetros de atenuación son los siguientes: H 19, M 11 y L 6 y un SNR de 14 dB. No obstante, se constató que, debido a su uso recomendado y no obligatorio, a tenor de los valores obtenidos en la anterior evaluación específica de ruido, los trabajadores no los utilizan.



Figura 1. Tapón reutilizable con cordón E-A-R™ Ultrafit 14.

MALA CALIDAD

Por su parte el servicio médico propone la realización de otra audiometría de confirmación y, en caso de confirmarse, revisar los datos disponibles de exámenes médicos del estado de salud de otros trabajadores que hayan sufrido una exposición similar y realizar audiometrías adicionales. No se han identificado por el servicio de medicina del trabajo el uso de sustancias ototóxicas.



Revisada la evaluación existente, la información procedente de las audiometrías y la confirmación de la pérdida auditiva del trabajador, el técnico de prevención de riesgos laborales del Servicio de Prevención propone a la empresa la realización de una nueva evaluación específica de ruido, realizando las mediciones necesarias para obtener el nivel de exposición a ruido, al que están expuestos los trabajadores que desempeñan el puesto de trabajo de mecánico.

La distribución del taller se muestra en el siguiente croquis, donde se pueden localizar la zona de elevadores, el área mecánica, el almacén, la bodega, así como la zona de recepción de vehículos, las oficinas y aseos.



Figura 2. Distribución en planta del taller mecánico.

El taller se encuentra en una nave con patio circundante y no se identifican fuentes de ruido externas significativas que puedan afectar a los trabajadores.



La plantilla del taller está formada por un jefe de taller, que es el gerente de la empresa y a su cargo están tres trabajadores que realizan trabajos de tipo mecánico y un cuarto trabajador que realiza trabajos de chapa y pintura y cuya zona de trabajo se encuentra separada físicamente del taller mecánico, en una nave situada en la misma calle, pero en aceras opuestas. Por tanto, se decide realizar únicamente la reevaluación del riesgo de exposición a ruido al puesto de trabajo de «mecánico», cuya principal función es la realización de los mantenimientos preventivos y correctivos de vehículos que entran en el taller. Las tareas diarias se encuentran condicionadas por la demanda de los clientes por lo que se pueden dar días con mayor concentración de una u otra.

Dentro de estas tareas u operaciones se incluyen:

- Cambios de neumáticos, para lo cual se hace uso de los siguientes equipos y herramientas de trabajo: herramienta manual, pistola neumática, desmontadora de neumáticos, equilibradora de neumáticos y carros para el transporte.
- Reposición o cambio de los diferentes fluidos que incorporan los vehículos (aceite motor, aceite hidráulico, anticongelante, aire acondicionado (A/C), etc.).
- Cambios (baterías, frenos, amortiguadores, embragues, correas, caja de cambios, etc.), reparaciones (embragues, frenos, etc.) y ajustes, así como de otra serie de operaciones auxiliares, y limpieza de piezas. Dado el peso de algunas piezas que debe manejar, se dispone de dos elevadores de vehículos ligeros, gatos hidráulicos, gato de foso, una grúa de motores, carros y una transpaleta manual. Todo ellos son equipos que manejará el mecánico.
- Finalizadas las operaciones tiene que limpiar y recoger herramientas, residuos, recortes, generados o utilizados en dicho proceso de trabajo.



Identificación y descripción del peligro de exposición a ruido en trabajos de mantenimiento y reparación de vehículos en un taller mecánico

3. IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PELIGRO DE EXPOSICIÓN A RUIDO EN TRABAJOS DE MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DE VEHÍCULOS EN UN TALLER MECÁNICO

Durante las diferentes tareas y trabajos de reparación de vehículos que se realizan en nuestro taller, se presentan situaciones que dan lugar a la exposición al ruido, fruto de las diferentes actividades y la maquinaria y herramientas de trabajo que se utilizan o están presentes durante las mismas.

En el caso particular del riesgo por exposición a ruido analizado en el caso práctico, se produce por la existencia de los siguientes factores de riesgos:

- Uso de maquinaria, instalaciones de servicio (aire comprimido) y herramientas portátiles neumáticas y eléctricas:
 - Uso de herramientas manuales, neumáticas y eléctricas, durante las diferentes tareas a realizar en el puesto: cambio de fluidos; reparación de motores, embragues, cajas de cambio, transmisiones; limpieza de motores y piezas o cambio y equilibrado de neumáticos, amortiguadores y frenos.
 - En las tareas de mecánica la utilización de herramientas manuales no neumáticas o eléctricas como llaves, destornilladores, útiles de montaje, etc. no se consideran fuentes de ruido significativas (la utilización del golpeo es poco frecuente).
 - Uso de aire comprimido o pistola de soplando.

Se recopilan en la tabla 1, aquellas que se han considerado significativas a efecto de ser fuentes de ruido.

- Presencia de ruido en la ejecución de tareas habituales en los trabajos de reparación y mantenimiento de vehículos:
 - Ruido del motor de un coche por arranque o aceleración.
 - Ventiladores, correas y rodamientos.
 - Alarmas
- Fuentes externas significativas.

No se identifican fuentes de ruido externas significantes que puedan afectar a los trabajadores como puedan ser reproductores de música/radio o tráfico rodado circundante.



Tabla 1. Identificación de los equipos de trabajo, que resultan posibles fuentes de ruido

NIVELES DE RUIDO EMITIDOS (SEGÚN FABRICANTE) POR LAS FUENTES DE RUIDO IDENTIFICADAS			
MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS PORTÁTILES	IMAGEN	NIVEL DE RUIDO	OBSERVACIONES
Elevador de dos columnas		< 80 db(A)	Cumple con la Directiva 2006/42/EC y RD 1644/2008 Capacidad de carga: 4.000 Kg Tipo de sistema: Eléctrico hidráulico
Compresor de aire		95 dB(A) a 0m. 74 dB(A) a 7m.	Potencia (CV) 3 Depósito (l) 200 Presión (bar) 10 Peso (Kg.) 48
Pistola neumática		90 dB(A)	Cuadradillo: 3/4"'' Diametro del conducto ID: 3/8" Presión (bar) 6.3 Consumo de aire: 155,76 L/min
Martillo neumático		100 dB(A)	Escoplo: 3/4"'' Diametro del conducto ID: 3/8" Presión (bar) 6.2 Consumo de aire medio: 283 L/min
Pistola de aire o de soplado		81 dB(A)	Conexión neumática: 1/4" Presión máx (bar) 12 Presión uso recom. (bar) 6 Consumo de aire medio: 333 L/min
Desmontadora de neumáticos		> 70 db(A) ²	Alimentación: 220V o 400V/3 fases Potencia de motor (kW) 1,1 Máx. diámetro rueda (mm) 1143 Presión (bar) 8-10 Peso (Kg.) 210
Equilibradora de neumáticos		< 70 db(A)	Alimentación: 230V 50Hz Potencia (W) 200 Diámetro_llanta 10 " - 24 " Anchura_llanta 1,5 " - 20" Presión (bar) 8-10 Peso (Kg.) 110
Amoladora		91 dB(A)	Alimentación: 230V 50Hz Potencia (W) 1000 Diametro de disco (mm) 125 Peso (Kg.) 2.8

² Se debe tomar con cautela este nivel de ruido en dB(A). Este tipo de equipos de trabajo no suelen ser fuentes de ruido importantes, pero durante su uso (palanca de colocación y fijación del neumático en llanta) pueden generar niveles pico de ruido (dB(C)) significativos a tener en cuenta.



Todos los equipos de trabajo cumplen la normativa de aplicación para su comercialización y puesta en servicio (RD 1644/2008 y Directiva 2006/42/CE) y no han sido modificados. Por tanto, no ha sido necesario en ninguno de ellos su adecuación al RD 1215/1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.



Evaluación del riesgo de exposición al ruido durante los trabajos de mantenimiento y reparación de vehículos en un taller mecánico

4. EVALUACIÓN DEL RIESGO DE EXPOSICIÓN AL RUIDO DURANTE LOS TRABAJOS DE MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DE VEHÍCULOS EN UN TALLER MECÁNICO³

RIESGO	NOTAS/ OBJETIVO DE PROTECCIÓN	MÉTODO DE EVALUACIÓN	VALORACIÓN DEL RIESGO	MEDIDAS CORRECTIVAS (DEFICIENCIAS GRAVES EN EL MOMENTO DE EVALUAR)	MEDIDAS PREVENTIVAS MATERIALES Y TÉCNICAS	MEDIDAS PREVENTIVAS, ORGANIZACIÓN, PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO/ INSTRUCCIONES	MEDIDAS PREVENTIVAS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	MEDIDAS PREVENTIVAS EQUIPOS DE TRABAJO	MEDIDAS PREVENTIVAS FORMACIÓN	MEDIDAS DE CONTROL PERIODICOS (CONTROL DE EFICACIA)
Riesgo de exposición a ruido	<ul style="list-style-type: none"> Peligro derivado de la presencia y funcionamiento de maquinaria y herramientas Peligro derivado de la algunos procesos que se llevan a cabo en el taller: pruebas de motor, elevación de vehículos, desmontaje y equilibrado de neumáticos, etc 	Evaluación cuantitativa ⁴	<ul style="list-style-type: none"> Comparación de los niveles equivalente de ruido obtenidos frente a los valores legales establecidos en el RD 286/2006: $L_{Aeq,d} = 83.3 + 3.5 \text{ dB(A)}$ y $83.8 + 3 \text{ dB(A)} > 85 \text{ dB(A)}$, superan el valor superiores que da lugar a una acción. $L_{Ceq,0} = 133.1$ y $130.1 \text{ dB(C)} < 135 \text{ dB(C)}$, no superan el valor inferior que da lugar a una acción. Ver informe específico, (apartado 4.1). 	<ul style="list-style-type: none"> Mientras se superen los 85 dB(A) en el lugar de trabajo, el uso de EPIs se establece como es obligatorio (mientras se acometen las medidas técnicas y organizacionales que permitan disminuir los niveles de ruido). 	<ul style="list-style-type: none"> Ver evaluación específica apartado 4.1. Cambiar de ubicación del compresor y cerramiento. Estudio de la viabilidad y coste/beneficio de dotar de revestimiento, techos, paredes y suelos con materiales fonoabsorbentes 	<ul style="list-style-type: none"> No se mantendrán encendidos los vehículos de forma innecesaria. Procedimiento de compras de EPIs y Equipos de trabajo. Los trabajadores realizan reconocimiento médico con audiometría obligatoria de forma anual. Se realizarán evaluaciones de ruido de forma 	<ul style="list-style-type: none"> Equipo de protección auditiva: UNE-EN 352: Tapón reutilizable con cordón E-A-R™ Ultrafit 14. Señalización de advertencia de ruido y obligatoriedad del uso de EPIs. (ver dimensiones y lugares de ubicación de las mismas en el apartado 5.5). 	<ul style="list-style-type: none"> Mantenimiento y comprobación de equipos de trabajo según instrucciones del fabricante (revisión semestral). Mantenimiento y comprobación de las herramientas de forma mensual por usuario (carcasas, estado de funcionamiento, ruidos no habituales.) Silenciadores en herramientas neumática. Pistolas de soplado con baja emisión de ruido. 	<ul style="list-style-type: none"> Información sobre el riesgo de ruido y sus consecuencias para la salud. Formación en el uso y mantenimiento de los EPIs. 	<ul style="list-style-type: none"> Control del seguimiento de los procedimientos o instrucciones de trabajo (no dejar vehículos en marcha más de lo necesario, etc.). Control del uso de equipos de trabajo según tarea. Control de uso de equipos de protección individual. Control de no introducción de fuentes adicionales de ruido (música). Control de eficacia de las medidas técnicas adoptadas: medición tras su implantación.

³ La valoración de los riesgos debe ser revisada por el técnico evaluador en función de cada situación evaluada.

⁴ Evaluación cuantitativa: el valor de riesgo asignado se establece en función de la situación en el momento de la evaluación. Esta valoración podrá variar en función de la adopción de medidas no adoptadas. En caso de haberse adoptado la totalidad de las medidas propuestas la valoración debe reflejar el riesgo, residual o aceptado, existente.



4.1. Proceso de evaluación

El proceso de evaluación debe comenzar por la decisión del método de evaluación y valoración, a emplear. Si bien el RD286/2006 establece que se podrá realizar por métodos cualitativo, en este caso apreciación directa del profesional «La medición no será necesaria en los casos en que la directa apreciación profesional acreditada permita llegar a una conclusión sin necesidad de la misma», dados los daños objetivos que se han materializado, así como las fuentes de ruido y bibliografía existente este método se considera inaceptable.

Se ha de aplicar por tanto un método cuantitativo, atendiendo a lo que establece el propio RD 286/2006 en su art. 6 «*El empresario deberá realizar una evaluación basada en la medición de los niveles de ruido a que estén expuestos los trabajadores*». Para ello se tomará como referencia lo establecido en la «Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición al ruido en los lugares de trabajo», dando así cumplimiento, al art. 5.3 del RD 39/1997 y la disposición adicional segunda del RD 286/2006.

A continuación, detallamos el proceso de evaluación llevado a cabo:

- **Identificación de las fuentes de ruido:** En este primer paso, se debe identificar las fuentes de ruido, para posteriormente analizar aquellas que resultan más ruidosas o significativas en nuestra área de mecánica del taller. Tras el análisis se considera que el riesgo de exposición a ruido tiene su origen en las fuentes previamente comentadas (ver apartado 3).

A continuación, se identifican las tareas y, dentro de éstas las más habituales, para, por último, obtener una relación de las tareas más significativas por la exposición al ruido dentro de su realización. Para cada tarea significativa se ha determinado el tipo de fuentes de ruido presentes en dichas operaciones, así como el tiempo medio de cada una de ellas.

En el taller objeto de estudio, las tareas más habituales son:

- El cambio de neumáticos, que implica el uso de todas las fuentes de ruido de forma secuencial, salvo la amoladora y el martillo neumático. Se considera que la pistola neumática y la desmontadora son las fuentes más elevadas de ruido durante la realización de la tarea a las que habría que añadir como fuentes externas la cercanía al compresor. La duración media del cambio de neumáticos de un coche, no suele exceder de una hora. Tarea significativa para la exposición al ruido.
 - La tarea se compone de: situación del vehículo en posición del elevador, aflojado de tornillos, elevar el vehículo y retirar la rueda, traslado a desmontadora, desmontaje de la rueda (reparación llanta y neumático), colocación del nuevo neumático en la llanta, colocación de buje e inflado, equilibrado de la rueda (colocación de pesos en su caso), traslado de la rueda al vehículo, colocación en el tambor de la rueda, apriete inicial de tuercas, bajada del vehículo y reapriete de tuercas.



- Reparaciones o tareas de mantenimiento:

- Cambio de aceites/filtros. La duración media del cambio de aceite y filtros de un coche no suele exceder de 45 minutos. Tarea no significativa en sí misma para la exposición a ruido.
- Cambios de batería. La duración media del cambio de aceite y filtros de un coche no suele exceder de 30 minutos. Tarea no significativa para la exposición al ruido.
- Reparación en el sistema mecánico del coche (embrague, fugas, freno de mano destensado, A/C, entre otras). La duración es variable y dependerá de la reparación concreta. Tarea significativa para la exposición al ruido.

Se ha continuado analizando la distribución de tareas en una jornada y en las diferentes jornadas de trabajo. Esta distribución varía dado que se encuentra condicionada por la demanda de los clientes, es decir número de vehículos con necesidad de cambio de ruedas, cambio de batería, reparaciones o mantenimientos que cada día se reciben en el taller.

Por tanto, resulta complejo establecer un patrón determinado tareas para el puesto de trabajo de mecánico en una jornada concreta. No obstante, se ha realizado un estudio de las tareas realizadas, como media, cada jornada durante el último año. Con estos datos se ha definido una distribución media de tareas diaria de 3 cambios de rueda por trabajador, dos cambios de aceite, un cambio de batería y una reparación.

Además, se ha identificado que el puesto es móvil, es decir, el trabajador/a, no está fijo en una misma posición espacial durante toda la jornada. Las tareas se pueden realizar en las tres posiciones del vehículo definidas (dos determinadas por los elevadores de vehículos y otras sobre suelo, ver plano de planta). Esto implica que el trabajador tendrá una variabilidad de exposición dependiendo de su situación respecto a las fuentes externas a la propia tarea y otras que siendo propias de la tarea varían dependiendo de factores propios de ésta (tuercas oxidadas, número de tuercas a retirar, etc.)

Una vez identificadas las fuentes y las tareas no debemos olvidarnos de preguntarnos si se puede evitar el peligro, es decir, evitar la exposición. La eliminación de la fuente o realización de las tareas de otra manera con menos exposición se ha desecharido. El uso de las fuentes identificadas no podrá ser evitada ya que en este caso que son parte constituyente del proceso productivo y se producen en la ejecución de este.

- Determinación de la estrategia de medición: Debemos, en base a la información anteriormente recabada, proceder a la determinación de la estrategia de medición. No debemos olvidar a la hora de establecer la estrategia de medición, que el objetivo de la evaluación es disponer de una estimación de la magnitud de aquellos riesgos que no hayan podido evitarse, obteniendo la información necesaria para que el empresario esté en condiciones de tomar una decisión apropiada sobre la necesidad de adoptar medidas preventivas y, en tal caso, sobre el tipo de medidas que deben adoptarse. En nuestro caso debemos estimar la exposición de



manera que sea representativa no sólo del día en el que medimos sino de cualquier otro día de trabajo, sin olvidar que debemos emplear los medios de manera eficiente, es decir, debemos llegar a esta estimación de la magnitud del riesgo con el empleo del menor gasto de tiempo y recursos. El uso del tiempo de medición es un factor determinante a la hora de elegir una u otra estrategia de medición.

La norma técnica referenciada, UNE-EN ISO 9612 propone tres tipos de estrategia para la obtención del nivel diario equivalente:

- Medición basada en la tarea.
- Medición basada en el puesto de trabajo.
- Medición basada en la jornada completa.

La elección de una u otra no resulta excluyente y éstas pueden ser complementarias. La elección de la estrategia dependerá de las condiciones en las que se realice la tarea: si el patrón de trabajo es fácilmente definible, es posible determinar el tiempo de duración de las diferentes tareas y el nivel de ruido es más o menos constante (Tabla 2).

Tabla 2. Selección de la estrategia de medición.

DESCRIPCIÓN DE TAREAS	ESTRATEGIA DE MEDICIÓN BASADA EN		
	LA TAREA	EL PUESTO DE TRABAJO	LA JORNADA COMPLETA
Duración conocida con $L_{Aeq,T}$ característico	x	x	x
Diffícil descripción		x	x
Duración no definida		x	x

Fuente: INSST, 2022.

En este caso, el puesto de trabajo a evaluar es el mecánico del taller, cuyas tareas a realizar son a demanda y por tanto no es posible definir un patrón de trabajo habitual y fijo (tareas que componen cada día el puesto de trabajo). Aunque si se puede definir una jornada media habitual y las tareas que la componen (jornada nominal según ISO9612:2009).

Por otro lado, la duración de algunas tareas es difícil de determinar y el nivel de ruido no es constante. No obstante, se ha identificado una tarea que es la más significativa a la hora de la exposición al ruido, tarea de cambio de neumáticos, que si puede ser definida en tiempo medio de duración y es constante en las diferentes operaciones que componen la tarea.



En base a lo anterior se ha optado por:

- 1. Estrategia de medición, la basada en la jornada completa. Realizando la medición en jornadas completas que cumplan la condición de jornada media habitual.
- 2. Medición de la tarea de cambio de ruedas y estimación del nivel de exposición para la jornada en la que se han realizado mayor número de cambio de ruedas por trabajador, con lo que se podrá cubrir la situación de exposición más desfavorable.

4.1.1. Aplicación de la estrategia de medición: jornada completa

La norma ISO 9612 exige como mínimo la medición de tres jornadas completas y si los resultados difieren 3 dB o más, se deberán medir mínimo, dos jornadas adicionales. Por tanto, para que la medición sea representativa, se ha decidido realizar a los dos mecánicos que actualmente están en activo en el taller y se consideran un grupo de exposición al ruido homogéneo, ya que realizan el mismo trabajo, en el mismo lugar de trabajo y por lo tanto se encuentran expuestos a similares exposiciones de ruido durante la jornada laboral.

La medición de cada jornada se realiza de la siguiente manera:

- Comenzará a las 10:00, treinta minutos después del inicio de la jornada (9.30 horas)⁵.
- Se pausará la medición durante las dos horas y media que, para el taller, para realizar la comida (desde las 14:00 a las 16:30 horas).
- Se reinicia a las 16.30 y se finaliza las 20.00 horas, cuando finaliza la jornada.

La estrategia de medición de jornada completa exige que se haga un seguimiento de toda la jornada, anotando tanto los posibles eventos significativos (chillido de un compañero, etc.) así como inicio y duración de cada tarea, tiempo de duración, etc. Esto nos permitirá, de acuerdo con el registro sonoro, poder eliminar aquellos eventos indeseados. En nuestro caso se ha realizado un registro mediante una hoja de campo y, tras el análisis del registro y entrevistas con los trabajadores y responsable de taller, no se ha tenido que desechar tiempo de medición.

⁵ Se estiman unos 30 minutos desde que entra el trabajador, se pone la ropa de trabajo, planifican los trabajos con el jefe del taller, el técnico de prevención le coloca el dosímetro y le da indicaciones para garantizar un muestreo sin interferencias y comienza la medición. No obstante, se anotará el tiempo exacto de medición en cada jornada.

4.1.2. Aplicación de la estrategia de medición: por tareas, cambio de neumáticos

La norma ISO 9612 establece que para obtener el $L_{Aeq,T,m}$ correspondiente a una tarea, la duración de cada medición se prolongará lo suficiente como para que sea ésta representativa de la exposición al ruido durante el desarrollo de la tarea en cuestión. Para tareas de más de 5 minutos, la norma indica que la medición durará, al menos, 5 minutos. En nuestro caso, el nivel de ruido varía bastante a lo largo de la misma, por lo que se decide medir durante todo el cambio de neumáticos, cuya duración media es de una hora, aunque se anotará en cada caso el tiempo de duración exacto de cada medición.

En cuanto al número de mediciones a realizar, la norma considera que deben llevarse a cabo, al menos, 3 medidas. Por lo que medimos el nivel de ruido para tres cambios de neumáticos realizados a lo largo de una jornada, por parte de uno de los mecánicos.

- Instrumentación empleada. Existen diferentes tipos de instrumentación para la realización de mediciones de ruido en función de la estrategia de medición seleccionada (Tabla 3).

Tabla 3. Selección del tipo de instrumento

	TIPO DE INSTRUMENTO		
	DOSÍMETRO	SONÓMETRO INTEGRADOR PROMEDIADOR	SONÓMETRO
Tipo de ruido	Todos	Todos	Ruido estable
Estrategias	Todas	Basada en la tarea	
Norma mínima aplicable	UNE EN 61252 UNE EN 61252/A1 UNE EN 61252/A2		UNE EN 61672-1
Intervalo de frecuencia	Hasta 4000 Hz Sin limitación en frecuencia (si cumple UNE EN 61672)		Sin limitación de frecuencia

Fuente: INSST, 2022.

Realizar la medición en base a la estrategia de jornada completa, implica mediciones de larga duración que incluyen tanto los períodos ruidosos como los tranquilos, lo más práctico es utilizar dosímetros personales. El dosímetro personal seleccionada es el modelo SV 104, por ser adecuado para las condiciones de medición y rango de frecuencias esperado y cuyas especificaciones se muestran a continuación.



Tabla 4. Selección del tipo de instrumento

MODELO	FILTROS DE PONDERACIÓN Y RANGOS	CONSTANTES DE TIEMPO	NORMATIVA	
	SV 104 A Permite realizar análisis por bandas de octava	A, C y Z 20 a. 10000 Hz 53 – 141 dB(A) 0º a 40º C	Lento, rápido y por impulsos	IEC 61252 ed1.1 (2002); ANSI S1.25-1991 (R2020) Class 2 IEC 61672-1 ed2.0 (2013)

En el caso de la medición en base a la estrategia por tarea, para la medición del nivel de ruido durante el cambio de neumáticos, resulta recomendable el uso de un sonómetro integrador promediador. No obstante, y dado que el trabajador se mueve varias veces de posición durante la tarea, se ha preferido utilizar un dosímetro personal y se ha utilizado el mismo instrumento que en el caso de la medición por jornada completa.

Atendiendo a lo que establece el RD 286/2006, el dosímetro ha sido comprobado y ajustado mediante un calibrador acústico que cumple con las especificaciones de la UNE-EN IEC 60942, antes y después de cada medición⁶. Además, este calibrador, ha sido periódicamente verificado según lo establecido la Orden ICT/155/2020, de 7 de febrero, por la que se regula el control metrológico del Estado de determinados instrumentos de medida; verificación⁷ que también debe pasarse después de una reparación o modificación.⁸

Se ha prestado atención a la colocación del micrófono y el mantenimiento de esta posición durante la jornada o tarea (fuente de incertidumbre según ISO9612:2009). La ausencia de incidencias de este tipo se refleja en las notas de campo de cada medición. Será reflejado en el informe final de evaluación higiénica la ausencia o, en su caso, el evento y el tiempo de medición eliminado.

■ Cálculo de los niveles de ruido e incertidumbre de la medición

⁶ Calibración: conjunto de operaciones que establecen, bajo condiciones especificadas, la relación entre los valores de magnitudes indicados por un instrumento o sistema de medición, o valores representados por una medida materializada o un material de referencia y los correspondientes valores aportados por patrones. VIM (Vocabulario Internacional de Metrología).

⁷ Verificación: comparar las medidas proporcionadas por el instrumento con las de un equipo calibrado y de calidad metrológica igual o superior al equipo a verificar, con el fin de confirmar que el equipo mide con un error menor al especificado por el fabricante o menor del requerido para la realización de un determinado trabajo. VIM (Vocabulario Internacional de Metrología).

⁸ El presente documento no pretende ser un reflejo completo de una evaluación higiénica. En consecuencia, se recuerda que debe adjuntarse la documentación justificativa de las calibraciones y verificaciones de los equipos. Igualmente se recomienda adjuntar el registro continuo del nivel sonoro en caso de poder disponerse de este según las características del equipo.



4.1.3. Estrategia de medición: jornada completa

Se iniciaron de lunes las mediciones y finalmente se tuvieron que planificar a lo largo de todos los días de la semana, al detectarse diferencias de más de 3 dB en los tres primeros días. Durante la realización de las medidas se han tenido en cuenta las diferentes tareas realizadas en cada jornada y los parámetros de producción que pueden afectar al nivel de exposición (tipo de rueda, presión de trabajo, etc.). Tras el análisis se ha concluido que estamos dentro de los márgenes de tareas definidos como jornada habitual (número de cambio de ruedas, cambio de aceite, etc.).

Tabla 5. Resultado de las mediciones de ruido de cada jornada de trabajo del puesto de trabajo de mecánico

FECHA	TRABAJADOR	DURACIÓN DE LA MEDICIÓN (HORAS Y MINUTOS)	NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA CONTINUO EQUIVALENTE [$L_{Aeq,T}$ EN dB (A)]
03/07/23	Mecánico 1	7 h 25 minutos	81.1 dB(A)
04/07/23	Mecánico 2	7 h 28 minutos	84.4 dB(A)
05/07/23	Mecánico 1	7 h 38 minutos	82.2 dB(A)
06/07/23	Mecánico 2	7 h 37 minutos	83.5 dB(A)
07/07/23	Mecánico 1	7 h 38 minutos	84.3 dB(A)

Aunque las mediciones no se hayan realizado exactamente durante la jornada completa, se entiende que los valores obtenidos son extensibles al resto de la jornada de 8 horas/480 minutos.

Para el cálculo podemos emplear las fórmulas de manera directa o emplear herramientas informáticas gratuitas disponibles.⁹

Para el cálculo del nivel continuo equivalente $L_{Aeq,T}$ se debe utilizar esta fórmula:

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \left[\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N 10^{L_{Aeq,Tn}/10} \right] \text{ dB (A)}$$

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \left[\frac{1}{5} (10^{8.11} + 10^{8.44} + 10^{8.22} + 10^{8.35} + 10^{8.43}) \right] = 83.3 \text{ dB(A)}$$

⁹ Para el cálculo del nivel equivalente Nivel de exposición diario equivalente ($L_{Aeq,d}$) y la incertidumbre expandida (U), es posible utilizar la calculadora que propone el INSST en su página: <https://herramientasprl.insst.es/higiene/evaluacion-de-la-exposicion-al-ruido>. o el excel que proporciona la ISO 9612:2009.



Donde $L_{Aeq,T,n}$ es el nivel equivalente obtenido de la muestra/jornada n y N es el número de muestras/jornadas tomadas, que en este caso es N=5.

A continuación se calcularía el $L_{Aeq,d}$:

$$L_{Aeq,d} = L_{Aeq,T} + 10 \log \left[\frac{T}{8} \right] = 83.3 \text{ dB(A)} + 0 = 83.3 \text{ dB(A)}$$

$$L_{Aeq,d} = L_{Aeq,T} + 10 \log \left[\frac{8}{8} \right] = 83.3 \text{ dB(A)} + 0 = 83.3 \text{ dB(A)}$$

En este caso el tiempo de exposición (T) y el tiempo de referencia (T0=8), coinciden y es de 8 horas, por tanto, se obtendría el mismo valor de $L_{Aeq,T}$ que $L_{Aeq,d}$ (Tabla 5).

Tabla 6. Cálculo del nivel equivalente diario ($L_{Aeq,d}$)

FECHA	TIEMPO EXPOSICIÓN (H)	$L_{Aeq,T,n}$ (dB (A))	$L_{Aeq,T}$ (dB (A))	$L_{Aeq,d}$ (dB (A))
03/07/23	8 horas	81.1 dB(A)	83.3 dB(A)	83.3 dB(A)
04/07/23	8 horas	84.4 dB(A)		
05/07/23	8 horas	82.2 dB(A)		
06/07/23	8 horas	83.5 dB(A)		
07/07/23	8 horas	84.3 dB(A)		

Como para cualquier valor medido existe una incertidumbre de medida, es decir, el valor de la variable que deseamos medir se encontrara dentro del intervalo definido por nuestro valor +/- la incertidumbre de medida.

Para el cálculo de la incertidumbre asociada al valor medido¹⁰, se calcula en primer lugar el valor de u1 mediante la siguiente ecuación:

$$u_1 = \sqrt{\frac{1}{(N-1)} \left[\sum_{n=1}^N \left| L_{Aeq,T,n} - \bar{L}_{Aeq,T} \right|^2 \right]}$$

Una vez calculado u1 (1.47), con el valor obtenido y con N=5, número de mediciones realizadas, se obtendrá el valor del producto ($c_1 \cdot u_1$) mediante el empleo de la tabla 6, de la siguiente manera:

$$\frac{1.5-1}{1.2-0.7} = \frac{1.5-1.47}{1.2-X} \quad X = c_1 \cdot u_1 = 1.17$$

¹⁰ La incertidumbre estándar es la incertidumbre del resultado de una medición expresado como una desviación estándar.



Tabla 7. Cálculo de $c_1 * u_c$

N	CONTRIBUCIÓN A LA INCERTIDUMBRE C1U1 DE LOS VALORES MEDIDOS LXXXXXX DB											
	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
3	0,6	1,6	3,1	5,2	8,0	11,5	15,7	20,6	26,1	32,3	39,0	46,5
4	0,4	0,9	1,6	2,5	3,6	5,0	6,7	8,6	10,9	13,4	16,1	19,2
5	0,3	0,7	1,2	1,7	2,4	3,3	4,4	5,6	6,9	8,5	10,2	12,1
6	0,3	0,6	0,9	1,4	1,9	2,6	3,3	4,2	5,2	6,3	7,6	8,9
7	0,2	0,5	0,8	1,2	1,6	2,2	2,8	3,5	4,3	5,1	6,1	7,2
8	0,2	0,5	0,7	1,1	1,4	1,9	2,4	3,0	3,5	4,4	5,2	6,1
9	0,2	0,4	0,7	1,0	1,3	11,7	2,1	,26	3,2	3,9	4,6	5,4
10	0,2	0,4	0,6	0,9	1,2	1,5	1,9	2,4	2,9	3,5	4,1	4,8
12	0,2	0,3	0,5	0,8	1,0	1,3	1,7	2,0	2,5	2,9	3,5	4,0
14	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9	1,2	1,5	1,8	2,2	2,6	3,0	3,5
16	0,1	0,3	0,5	0,6	0,8	1,1	1,3	1,6	2,0	2,3	2,7	3,2
18	0,1	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,5	1,8	2,1	2,5	2,9
20	0,1	0,3	0,4	0,5	0,7	0,9	1,1	1,4	1,7	2,0	2,3	2,6
25	0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,7	2,0	2,3
30	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7	2,0

c

El cálculo de la incertidumbre combinada estándar u^{11} , se calcula a partir de la siguiente ecuación:

$$u^2 = c_1^2 u_1^2 + c_2^2 u_2^2 + c_3^2 u_3^2$$

Teniendo en cuenta que c_2 y c_3 son iguales y valen la unidad para esta estrategia, que $u_2 = 1.5$ dB al tratarse de un dosímetro personal y que la incertidumbre estándar debida a la posición del micrófono, $u_3 = 1.0$ dB, según datos empíricos (INSST, 2012b), se obtiene el valor de u :

$$u^2 = 1.36 + 2.25 + 1 = 4.61$$

$$u = 2.147$$

¹¹ La incertidumbre estándar combinada es la incertidumbre estándar del resultado de una medición cuando el resultado se obtiene de los valores de otras cantidades, y es igual a la raíz cuadrada positiva de una suma de términos, los cuales son las varianzas o covarianzas de estas otras cantidades ponderadas de acuerdo con cómo el resultado de la medición varía con cambios en estas cantidades.



Posteriormente calcularemos la incertidumbre expandida aplicando un factor de cobertura, $k=1.65$, para un intervalo unilateral de manera que, considerando un nivel de confianza del 95% quedaría:

$$U=k \times u == 1.65 \times 2.147 = 3.5 \text{ dB}$$

En el caso del valor pico (L_{Cpico})¹², nos quedamos como el mayor valor registrado por el dosímetro personal a lo largo de cada jornada:

$$L_{Cpico} (\text{dB (C)}) = 133.1 \text{ dB(C).}$$

4.1.4. Estrategia de medición: tarea-cambio de neumáticos

Se realizaron las mediciones en una misma jornada, se colocó el dosímetro personal a un mecánico y se midió cada vez que realizó un cambio de neumáticos. Fue suficiente con tres mediciones, ya que los resultados no diferían en más de 3 dB. Durante la realización de las medidas se han tenido en cuenta los parámetros de producción que pueden afectar al nivel de exposición (tipo de rueda, presión de trabajo, etc.).

Tabla 8. Resultado de las mediciones de ruido para la tarea-cambio de neumáticos

FECHA	TRABAJADOR	DURACIÓN DE LA MEDICIÓN (MINUTOS)	NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA CONTINUO EQUIVALENTE ($L_{Aeq,T}$ EN dB (A))
10/07/23	Mecánico 1	55 minutos	84.7 dB(A)
10/07/23	Mecánico 1	48 minutos	83.9 dB(A)
10/07/23	Mecánico 1	53 minutos	84.0 dB(A)

Para el cálculo del nivel continuo equivalente $L_{Aeq,T}$ se debe utilizar esta fórmula:

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \left[\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N 10^{L_{Aeq,Tn}/10} \right] \text{ dB (A)}$$

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \left[\frac{1}{3} (10^{8.47} + 10^{8.39} + 10^{8.4}) \right] = 84.2 \text{ dB(A)}$$

¹² En el caso de valores de pico no es necesario calcular datos de incertidumbre.



Donde $L_{Aeq,T,n}$ es el nivel equivalente obtenido de la muestra n y N es el número de muestras/tarea tomadas, que en este caso es N=3.

A continuación se calcularía el $L_{Aeq,d}$:

$$L_{Aeq,d} = L_{Aeq,T} + 10 \log \left[\frac{T}{8} \right] \text{dB(A)}$$

$$L_{Aeq,d} = L_{Aeq,T} + 10 \log \left[\frac{8}{8} \right] = 84.2 \text{ dB(A)} - 0 = 84.2 \text{ dB(A)}$$

Siendo la tarea cambios de neumáticos la más habitual y significativa en relación a la exposición a ruido, la situación más desfavorable a la que podría estar expuesto un trabajador, es aquella jornada completa en la que se dedicara a realizar únicamente dicha tarea. De manera que si se proponen medidas para esta situación, estaríamos protegiendo al trabajador, en cualquier otra situación. En este caso tomamos como tiempo de exposición a la tarea (T), 8 horas, y el tiempo de referencia (T_0) es de 8 horas, por tanto, se obtendría el valor de $L_{Aeq,d}$ para esta tarea, si se realiza a lo largo de toda la jornada (ver tabla 9).

Tabla 8. Cálculo del nivel equivalente diario ($L_{Aeq,d}$) para la tarea-cambio de neumáticos.

FECHA	$(L_{Aeq,T} \text{ (dB (A))})$	TIEMPO EXPOSICIÓN (h)	$(L_{Aeq,d} \text{ (dB (A))})$
10/07/23	84.2 dB(A)	8 horas	84.2 dB(A)

Como para cualquier valor medido existe una incertidumbre de medida, es decir, el valor de la variable que deseamos medir se encontrará dentro del intervalo definido por nuestro valor +/- la incertidumbre de medida.

Para el cálculo de la incertidumbre asociada al valor medido¹³, se calcula en primer lugar el valor de $u_{1a,m}$, la incertidumbre estándar debida al muestreo por tareas. mediante la siguiente ecuación y siendo I=3 el número total de mediciones de la tarea:

$$u_{1a,m} = \sqrt{\frac{1}{I(I-1)} \left[\sum_{i=1}^I \left| L_{Aeq,Tmi} - \bar{L}_{Aeq,T,m} \right|^2 \right]}$$

Y la incertidumbre estándar debida al cálculo de la duración de la tarea, $u_{1b,m}$. y siendo J=3 el número total de observaciones de la duración de la tarea:

$$u_{1b,m} = \sqrt{\frac{1}{J(J-1)} \left[\sum_{j=1}^J \left| T_{m,j} - \bar{T}_m \right|^2 \right]}$$

¹³ La incertidumbre estándar es la incertidumbre del resultado de una medición expresado como una desviación estándar.



Una vez calculados $u_{1a,m}$ (0.25) y $u_{1b,m}$ (0.04), procedemos al cálculo de $C_{1a,m}$ y $C_{2a,m}$.

$$C_{1a,m} = \frac{T_m}{T_0} 10^{0,1x(LAeq,T,m - LAeq,d)}$$

$$C_{1b,m} = 4,34 \times \frac{C_{1a,m}}{T_m}$$

$$C_{1a} = \frac{8}{8} 10^{0,1x(84,6 - 84,6)} = 1,0 \text{ dB}$$

$$C_{1b} = 4,34 \times \frac{1,0}{8} = 0,54 \text{ dB}$$

El cálculo de la incertidumbre combinada estándar u^{14} , se calcula a partir de la siguiente ecuación:

$$u^2(L_{Aeq,d}) = \left| \sum_{m=1}^M \left[C_{1a,m}^2 (u_{1a,m}^2 + u_{2,m}^2 + u_3^2) + C_{1b,m} u_{1b,m} \right] \right|$$

Teniendo en cuenta que los valores de la incertidumbre combinada estándar debidas al instrumento de medida empleado, u_2 , y a la posición del micrófono, u_3 , en este caso serían: $u_2 = 1,5 \text{ dB}$ al tratarse de un dosímetro personal y $u_3 = 1,0 \text{ dB}$, y que C_2 y C_3 son iguales y valen la unidad para esta estrategia, se obtiene el valor de u :

$$u^2 = [1,0 \times (0,25 + 1,5 + 1) + 0,54 \times 0,04)] = 2,77$$

$$u = 1,66$$

La incertidumbre expandida se calcula de la misma manera que en el caso anterior:

$$U = k \times u = 1,65 \times 1,66 = 2,7 \text{ dB}$$

En el caso del valor pico (L_{Cpico})¹⁵, nos quedamos con el mayor valor registrado por el dosímetro personal a lo largo de las operaciones realizadas durante los cambios de neumáticos:

$$L_{Cpico} (\text{dB (C)}) = 130,1 \text{ dB(C)}$$

¹⁴ La incertidumbre combinada estándar es la incertidumbre estándar del resultado de una medición cuando el resultado se obtiene de los valores de otras cantidades, y es igual a la raíz cuadrada positiva de una suma de términos, los cuales son las varianzas o covarianzas de estas otras cantidades ponderadas de acuerdo a cómo el resultado de la medición varía con cambios en estas cantidades.

¹⁵ En el caso de valores de pico no es necesario calcular datos de incertidumbre.



■ Comparación con las valores establecidos en el RD 286/2006

Una vez realizados los cálculos del nivel equivalente diario y su incertidumbre, así como el valor del nivel pico, tendré que comprobar la situación en base a los valores establecidos por el RD 286/2006.

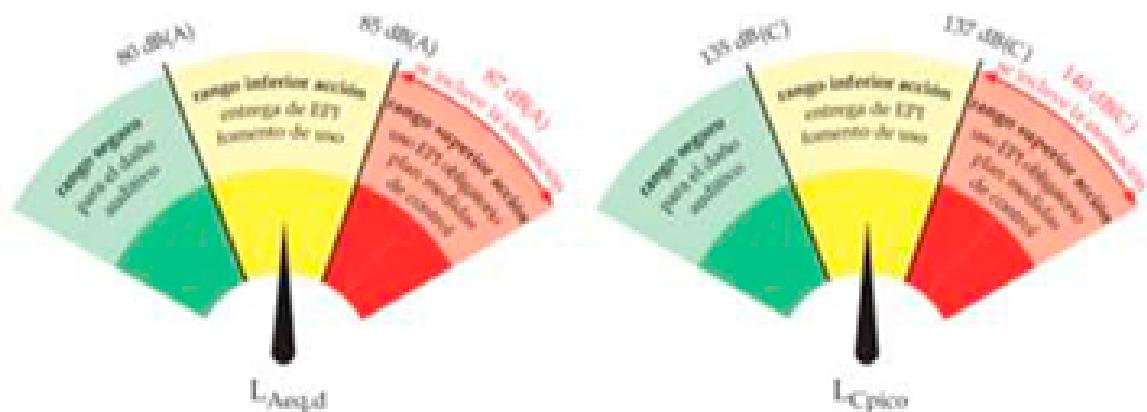


Figura 3. Valores que dan lugar a una acción y valor límite para el nivel de ruido. Fuente: (INSST, 2022).

MALA CALIDAD

Tabla 10. Comparación de los resultados con los criterios legales.₁

ESTRATEGIA	$(L_{Aeq,d})$ (dB (A)) + U	L_{Cpico} (dB (C))	VALOR INFERIOR DE ACCIÓN	VALOR SUPERIOR DE ACCIÓN	VALOR LÍMITE DE EXPOSICIÓN
Jornada completa	83.3 + 3.5 dB(A) 83.3 – 86.8 dB(A)	133.1 dB (C)			
Tarea: cambio de neumático	84.2 + 2.7 dB(A) 84.2 – 86.9 dB(A)	130.1 dB (C)	80 dB(A) y 135 dB(C)	85 dB(A) y 137 dB(C)	87 dB(A) y 140 dB(C)

Por tanto, teniendo en cuenta la incertidumbre asociada al valor del $L_{Aeq,d}$, calculado en la aplicación de ambas estrategias, estaríamos por encima del valor superior que da lugar a una acción, se superan los 85 dB(A) al tener en cuenta la incertidumbre asociada, sin llegar en ningún caso a sobrepasar los 87 dB(A), ni siquiera en la situación más desfavorable (jornada dedicada en exclusiva a la tarea de cambio de neumáticos). En estos casos han de ponerse en marcha las acciones que determina en estos casos el RD 286/2006 (ver figura 4), desarrolladas en el apartado 5.

En el caso del valor pico, no superamos el valor inferior que da lugar a una acción en ninguno de los casos.



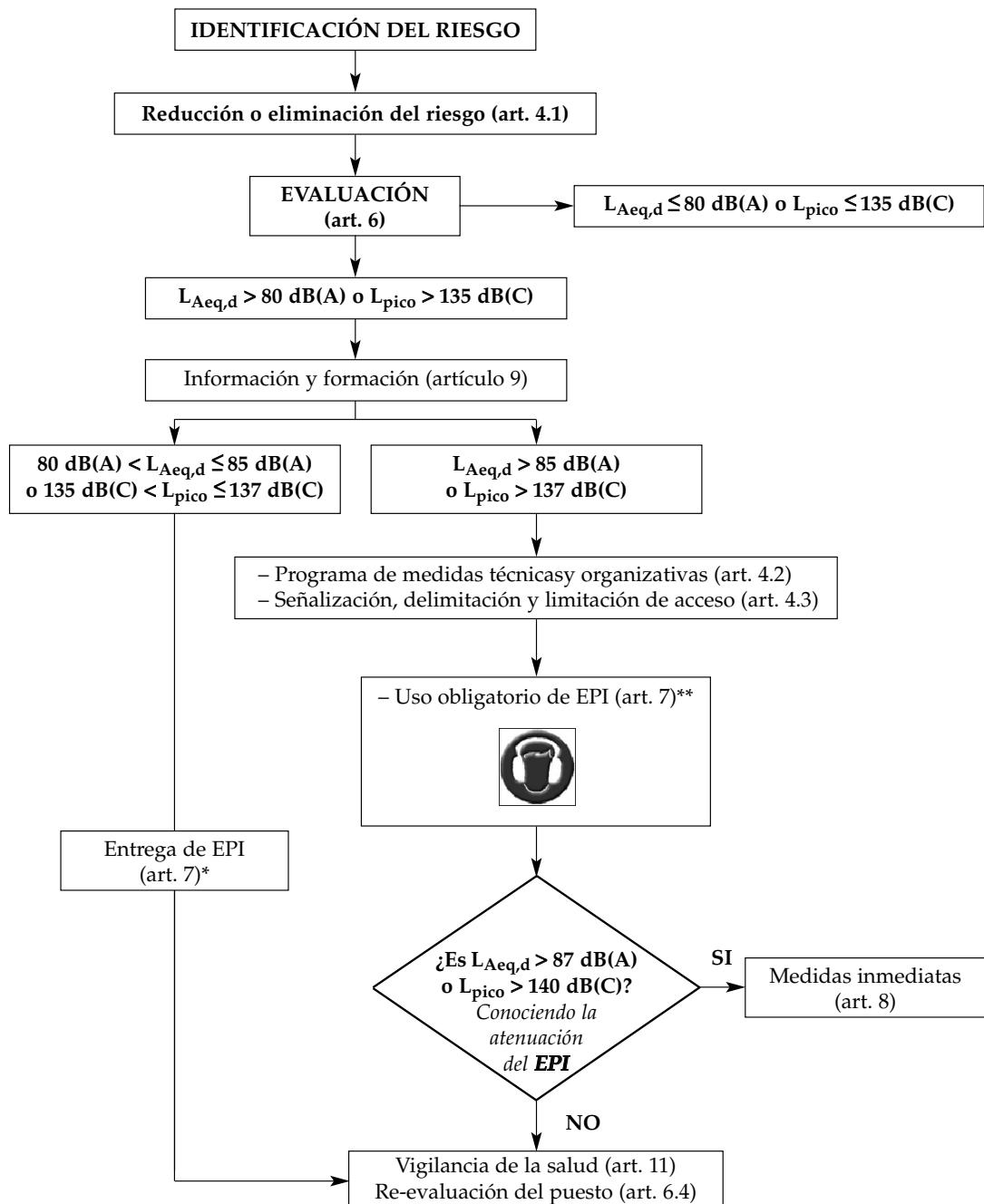


Figura 4. Metodología de actuación según el RD 286/2006. Fuente: (INSST, 2022).

■ **Evaluación de eficacia e los equipos de protección individual disponibles**

Los trabajadores tienen a su disposición EPIs, pero no hacen uso de estos, pues hasta ahora su utilización era recomendable y no obligatoria en el área de mecánica. Se realiza un análisis de atenuación para comprobar si los EPIs existentes resultan eficaces ante la situación evaluada.

El modelo de EPIs existente es un protector auditivo cuyos parámetros de atenuación son los siguientes¹⁶: H 19, M 11 y L 6 y un SNR de 14 dB. Al tener datos de los parámetros H, M y L¹⁷ y no disponer de los datos de atenuación por cada una de sus bandas de octava se utilizará el Método HML para la selección adecuada de EPIs, por ser el más rápido y fácil. En la selección de un nuevo EPI, considerando el espectro de frecuencias obtenido, el método recomendado sería el de bandas de frecuencia.

La aplicación de este método requiere conocer, además de los valores de atenuación H, M y L que proporciona el fabricante del protector auditivo, también necesitamos los niveles de presión acústica continuos equivalentes ponderados $L_{Aeq,T}$ y $L_{Ceq,T}$. Esta información se puede extraer de la medición realizada con el dosímetro personal que permite obtener los datos aplicando un filtro de ponderación A y C.

Por tanto, tenemos los siguientes datos:

$$\begin{aligned} L_{Aeq,T} &= 83.3 \text{ dB(A)} \text{ y } L_{Ceq,T} = 87.1 \text{ dB(C)} \\ L_{Aeq,T} &= 84.2 \text{ dB(A)} \text{ y } L_{Ceq,T} = 88.1 \text{ dB(C)} \end{aligned}$$

Se calcula el valor de la reducción prevista del nivel de ruido, el denominado PNR, atendiendo a la diferencia que existe entre ambos valores y redondeando los valores al entero más próximo:

$$\begin{aligned} L_{Ceq,T} - L_{Aeq,T} &= 87 - 83 = 4 \text{ dB} > 2 \text{ dB} \\ L_{Ceq,T} - L_{Aeq,T} &= 88 - 84 = 4 \text{ dB} > 2 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$PNR = M - \frac{M - L}{8} \left[L_{Ceq,T} - L_{Aeq,T} \right]$$

PNR = 9.75 dB, es la reducción prevista de ruido mediante el uso del protector auditivo, por lo que el nivel de presión sonora ponderado «A» en el oído, cuando se usa el protector auditivo sería:

$$\begin{aligned} L'_{Aeq,T} &= L_{Aeq,T} - PNR = 83 - 10 = 73 \text{ dB(A)} \\ L'_{Aeq,T} &= L_{Aeq,T} - PNR = 84 - 10 = 74 \text{ dB(A)} \end{aligned}$$

¹⁶ En numerosas ocasiones el fabricante de un protector auditivo no suministra los valores de atenuación del ruido de su equipo para cada una de las bandas de octava, aportando en su lugar los valores H, M y L del mismo.

¹⁷ H es el valor de la atenuación para el intervalo de frecuencias altas, M para frecuencias medias y L para frecuencias bajas (proporcionados por el fabricante).



Tabla 11. Valoración de la atenuación acústica del protector auditivo

NIVEL EFECTIVO DE EXPOSICIÓN CONTINUO EQUIVALENTE EN EL OIDO $L'_{Aeq,T}$ dB(A)	VALORACIÓN
≥ 80	Insuficiente
< 80 y ≥ 75	Aceptable
< 75 y ≥ 70	Óptima
< 70 y ≥ 65	Aceptable
< 65 dB(A)	Sobreprotección

Fuente: (INSST, 2022).

Para valorar si la atenuación acústica proporcionada por el protector auditivo es adecuada, se pueden considerar los criterios establecidos en la tabla 11.

Por tanto, la conclusión final es que los EPIs existentes en el taller, son óptimos para el caso estudiado. No obstante, conviene reducir la atenuación acústica indicada por el fabricante para llegar a un valor de atenuación real, ya que su eficacia puede verse mermada por diversos motivos, como un deficiente ajuste o un mantenimiento inadecuado. Algunos organismos como el HSE (Health and Safety Executive, Gran Bretaña) propone reducir en 4 dB la atenuación estimada, excepto para los ruidos de impacto, a los que no se les aplicará ninguna reducción en la atenuación estimada del protector auditivo.

En nuestro caso, dicha reducción supone obtener una atenuación aceptable en lugar de óptima, al tener una atenuación efectiva real en un intervalo de 75 a 80 dB(A).

También se debe tener en cuenta la importancia del tiempo de uso, la atenuación efectiva del protector auditivo se reduce drásticamente cuando el trabajador no lo utiliza durante todo el intervalo de exposición al ruido. En el caso del taller y en base a los resultados obtenidos, conviene reforzar con los trabajadores la importancia de la utilización de los EPIs de forma correcta y sobre todo durante los cambios de neumáticos que es una de las tareas más habituales y que suponen una de las principales fuentes de ruido a la vista de los resultados.



Medidas preventivas frente al riesgo de exposición al ruido durante los trabajos de mantenimiento y reparación de vehículos en un taller mecánico

5. MEDIDAS PREVENTIVAS FRENTE AL RIESGO DE EXPOSICIÓN AL RUIDO DURANTE LOS TRABAJOS DE MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DE VEHÍCULOS EN UN TALLER MECÁNICO¹⁸

A la hora de establecer las medidas preventivas se recomienda emplear una tabla de las posibles medidas y posteriormente ir desecharando aquellas que se consideren no aplicables o inviables. De esta forma no olvidaremos analizar si una de las posibles medidas es aplicable y viable. En la aplicación de medidas debemos atender al orden de prioridades, en base a los principios de la acción preventiva que marca la Ley de PRL 31/1995:

En primer lugar, se ha de actuar sobre el foco del ruido:

- Sustitución de la fuente de ruido
- Eliminación del foco de emisión
- Encerramiento del proceso
- Aislamiento del trabajador

Si nuestro procedimiento de trabajo impide la adopción de alguno de los métodos anteriores se deberá actuar sobre el medio:

- Alejando al trabajador del foco
- Disponiendo pantallas de aislamiento acústico
- Colocación de materiales absorbentes de ruido en paredes y techos
- Cualquier otro sistema que actúe sobre el medio de transmisión.

Si la protección colectiva referida en los párrafos anteriores no fuese de aplicación en nuestro proceso laboral, se ha de actuar sobre el individuo:

- Formando e informando al trabajador
- Utilización de equipos de protección individual

¹⁸ Las medidas preventivas se centran en el riesgo de ruido, pero en muchos casos deberán conjugarse con las requeridas para otros riesgos.



Una vez analizada la posibilidad, viabilidad, de implantación de las medidas anteriormente indicadas, y que serán plasmadas en el programa de medidas técnicas y organizativas mediante la evaluación de riesgos y planificación de la actividad preventiva, se ha llegado a determinar la propuesta al empresario de la implantación de las medidas que se detallan en los siguientes apartados.

5.1. **Medidas Preventivas de carácter correctivo**

- Durante la visita de análisis, para la toma de datos de la evaluación, se ha identificado que los trabajadores no hacen uso de equipos de protección individual frente a ruido, a pesar de tenerlos a su disposición. Se reevalúa la selección de los EPIs con la participación de los trabajadores, para decidir si son los más adecuados (atenuación, comodidad, facilidad de colocación y ajuste). Se concluyó que eran adecuados y se mantienen. Se ha establecido, mientras no se constate la reducción 18 Las medidas preventivas se centran en el riesgo de ruido, pero en muchos casos deberán conjugararse con las requeridas para otros riesgos. Página 28 de 36 del nivel de exposición al ruido la obligación de uso, además de mantenerlos como obligatorios siempre en el cambio de ruedas.
- Se plantea una charla informativa a los trabajadores recordando las consecuencias de una exposición prolongada a ruido y la importancia ante niveles elevados de ruido de utilizar los equipos de protección individual, mientras el nivel de ruido no pueda ser reducido.
- Se reducen los controles de las condiciones de trabajo y actuación de los trabajadores en 15 días con objeto de detectar, y crear hábito, en el seguimiento de las normas de trabajo.

5.2. **Medidas Preventivas Materiales y Técnicas**

- Aislar siempre que sea posible todos los elementos del taller que generen la mayor emisión de ruido: se propone como medida prioritaria cambiar de ubicación el compresor. Si bien según los valores que proporciona el fabricante (95 dB(A) a 0 metros y 74 dB(A) a 7 metros), el nivel parece no ser muy elevado, se realizaron varias mediciones a unos dos metros de distancia y los valores obtenidos fueron significativamente más elevados, en torno a unos 98 dB(A). Éste se encuentra cercano a los dos elevadores y las máquinas de desmontaje y equilibrado de neumáticos, donde operan habitualmente los trabajadores, por lo que se propone su ubicación en un pequeño almacén de piezas, ya que es un área separada físicamente del resto del taller, ventilada y de permanencia limitada. Además se traslada el área de mecánica a una zona de espera de vehículos y viceversa.
- Se ha revisado el programa de mantenimiento del compresor, según recomendación de la empresa mantenedora, reduciéndolo a una periodicidad de 6 meses. Además, se ha realizado una revisión extraordinaria incluyendo aspectos que puedan ser generadores de ruido (correa, bancada y apoyos, etc.)
- Para el resto de los equipos (desmontadora, equilibradora, etc.) se ha programado, igualmente, una revisión extraordinaria de mantenimiento contemplando su nivel de emisión de ruido.



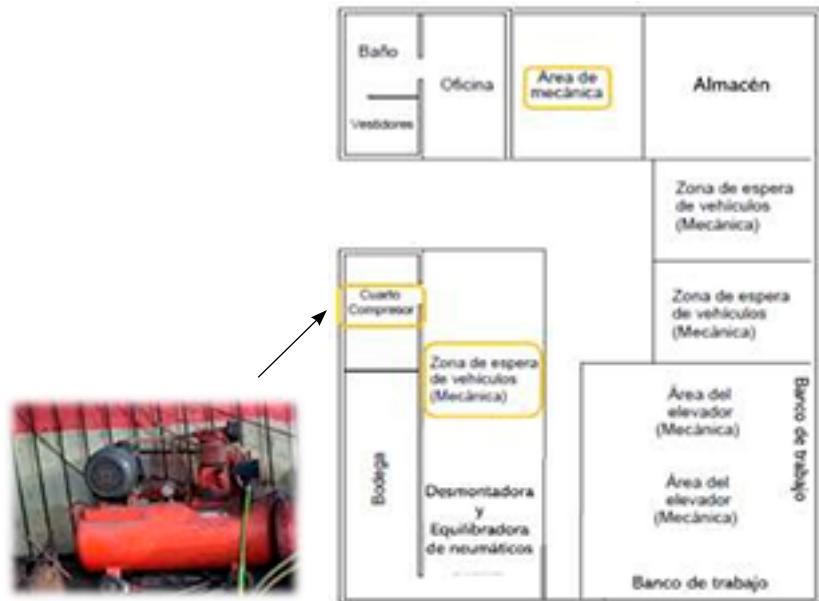


Figura 3. Nueva ubicación del compresor y área mecánica.

- Se ha establecido como un aspecto más de comprobación en los mantenimientos periódicos el nivel de ruido emitido por los equipos de trabajo.
- Emplear materiales que absorban el ruido:
 - Se propone la colocación de paneles absorbentes modulares en el techo, para reducir la reverberación del local y evitar la propagación del ruido aéreo generado por las diferentes máquinas y herramientas. Valorar su colocación también en paredes. Dado el alto coste de la medida, el análisis y decisión sobre la viabilidad y efecto, reducción, conseguido debe ser objeto de estudio por una empresa especializada en este tipo de materiales.



Figura 4. Paneles absorbentes en techos de un taller mecánico.



- Valorar el revestimiento de suelos con material absorbente, como pueden ser losas de PVC, en caso de que las anteriores medidas no sean suficientes. El análisis y decisión sobre la viabilidad y efecto, reducción, conseguido debe ser objeto de estudio por una empresa especializada en este tipo de materiales.

5.3. Medidas preventivas relativas a la organización/procedimientos de trabajo/instrucciones

- Resulta compleja la disminución del tiempo de exposición, ya que el nivel de ruido proviene, en una parte significativa, de la propia ejecución de tareas. No obstante, se deben tener en cuenta ciertas recomendaciones prácticas durante la realización de los trabajos.
 - No se mantendrán encendidos los vehículos de forma innecesaria.
 - Evitar, en la medida de lo posible, permanecer en aquellas zonas en las que se están ejecutando trabajos ruidosos.
 - Uso de EPIs en las tareas más ruidosas (uso de herramientas neumáticas).
- Se han revisado los procedimientos de trabajo y las herramientas identificadas para la realización de cada tarea con objeto de especificar aquellas con menores niveles de emisión de ruido.
- Elaborar un procedimiento de compras de EPIs y equipos de trabajo especificando las características técnicas relacionadas en relación al nivel de ruido.
- Se realizarán evaluaciones de ruido de forma anual, mientras los niveles de ruido permanezcan por encima del nivel de 85 dB(A), tal y como especifica la normativa.
- Se realizarán reconocimientos anuales en los que se incluirán audiometrías, para un control en los trabajadores, mejorando los mínimos establecidos por la normativa (cada 3 años), al menos mientras los niveles de ruido sigan por encima de 85 dB(A).
- Revisar los datos disponibles de exámenes médicos del estado de salud de otros trabajadores que hayan sufrido una exposición similar por parte del servicio médico. Valorar la realización de audiometrías a los dos mecánicos, para comprobar su estado de salud auditiva, a la vista de la baja registrada por su compañero.
- Se ha desecharido el establecimiento de cambio de tareas y pausas, en lugares no ruidosos, por ser inviable con la organización del trabajo.

5.4. Medidas preventivas relativas a equipos de trabajo

- Cuando se realice la compra de equipos o herramientas de trabajo, seleccionar aquellos que sean menos ruidosos que los utilizados hasta ahora. Se han analizado las herramientas existentes y sus niveles de ruido



declarados por el fabricante en comparación con otras existentes en el mercado. No se ha decidido la sustitución de ninguna por niveles de ruido muy elevados respecto a otras equivalentes.

- Respetar las condiciones de utilización de los equipos de trabajo en base a las instrucciones del fabricante. Evitar su manipulación y mantener un programa de mantenimiento preventivo adecuado.
- Utilizar prioritariamente las herramientas neumáticas con silenciador, frente a otras existentes en el taller.
- Utilizar la pistola de soplado con baja emisión sonora existente en el taller.

5.5. **Medidas preventivas equipos de protección individual (EPIs)**

- Uso de equipo de protección auditiva ya disponible en el taller, tras el estudio de atenuación (tapón reutilizable con cordón E-A-R™ Ultrafit 14, H19, M11 y L6 y un SNR de 14 dB) que cumple con la norma UNE-EN 352. No obstante, se van a analizar otros EPIS en el mercado para determinar si existe uno que lleve al tiempo que, de una protección de nivel óptimo, este adaptado en función de las frecuencias predominantes.
- Su uso será obligatorio mientras que no cambien las condiciones actuales o se implanten otras medidas propuestas que minimicen el nivel de ruido en el puesto de trabajo. Se han revisado los procedimientos de trabajo y se ha incluido, en aquellos donde no se había reflejado, el uso obligatorio de protectores auditivos, como Página 31 de 36 pueden ser las operaciones de cambio de neumáticos, en el que además puede haber presencia de niveles pico significativos¹⁹.



MALA CALIDAD

Figura 5. EPI frente al ruido: tapón reutilizable con cordón E-A-R™ Ultrafit 14.

- Medidas de señalización: advertencia por ruido y obligación en el uso de EPIs, se encuentran situadas ambas en el área de mecánica con elevadores y a la salida de la oficina (ver plano). Su colocación es obligatoria por estar ante niveles de ruido que superan los 85 dB(A).

¹⁹ En el caso de que las medidas técnicas adoptadas permitan disminuir el nivel de ruido equivalente diario que percibe el trabajador por debajo de los 85 dB(A), se propondrá su uso recomendado, en particular durante aquellas operaciones más ruidosas que implican habitualmente el uso de herramientas neumáticas.





Figura 6. Señalización de ruido

- Las mismas tendrán unas dimensiones de $l=420$ mm (lado del triángulo) en el caso de la señal de advertencia y de 450×600 mm (pictograma 420 mm) en el caso de la señal de obligación, de manera que puedan ser visibles a una distancia de 10-20 metros. De esta manera se cumple la ecuación $A \geq L2/2000$, siendo A el área de la señal y L la distancia máxima a la que es visible. Se colocarán las dos juntas en el área de mecánica con elevadores y otras dos en el área de mecánica, al lado de la oficina.

5.6. **Medidas preventivas relativas a la formación e información**

Se ha establecido y plasmado en el plan de formación de la empresa, la impartición de las siguientes materias:

- Formación en riesgos y medidas preventivas generales del puesto de trabajo. Informar de los efectos dañinos para la salud como consecuencia a una exposición prolongada a niveles de ruido elevados.
- Formación específica en relación a los equipos de trabajo con incidencia en la generación del riesgo de ruido. Informar de los niveles de ruido de cada uno de ellos y de los datos obtenidos en las evaluaciones de ruido realizadas
- Formación sobre los equipos de trabajo y EPIs determinados para la realización de cada tarea y aquellos que deben evitarse.
- Formación en equipos de protección individual frente a ruido: usos, ajuste, limitaciones, cuidado y almacenamiento.
- Formación sobre revisión de equipos y ruidos esperables como medio de detección de deficientes funcionamientos.

Se ha propuesto, por parte del técnico de prevención conjuntamente con el personal responsable de taller, una duración total de 2 h.



5.7. **Medidas de control periódico y sistema de gestión de la prevención**

Control periódico de las condiciones de trabajo y actuación de los trabajadores

Dado que el nivel de exposición real de los trabajadores y eficacia de las medidas (como ajuste de EPIs) obtenido depende en gran medida de la correcta ejecución de los procedimientos de compras y mantenimiento, así como, de la utilización de los equipos de trabajo y protección individual seleccionados, por parte de los trabajadores, se deben establecer medidas de control específicas. De forma general, se realizarán los siguientes tipos de control para velar por el cumplimiento de los aspectos anteriormente citados:

- Mensual y realizado por el técnico de prevención.
- Diario y realizado por el jefe de taller
- Al inicio de la jornada por el usuario (incluye comprobaciones de carácter básico como correcto funcionamiento por simple inspección visual, deterioros en carcasa, etc.).
- Anualmente por el técnico de prevención en la valoración de la integración de la prevención. Implementación y aplicación de los procedimientos de compras y mantenimiento de equipos.

Una vez ejecutadas las medidas técnicas propuestas, el técnico de prevención deberá comprobar la eficacia de estas, realizando una nueva medición de ruido.

Elaboración de procedimiento de compras

Se ha establecido un procedimiento de compras, conjuntamente entre el técnico de prevención y el departamento de compras del taller, que incluye una ficha de características, requisitos de EPIs frente a ruido y equipos de trabajo (características incluidas aquellas de emisión de ruido), con objeto de que el departamento de compras pueda adquirir, seleccionar de entre las ofertas, aquellas que cumplan los requisitos establecidos. Las fichas recogerán tanto las características que debe cumplir cada equipo como, en su caso, vida útil.



Bibliografía



6. BIBLIOGRAFÍA

AENOR. (2009). UNE-EN ISO 9612:2009 "Acústica. Determinación de la exposición al ruido en el trabajo. Método de ingeniería". (ISO 9612:2009).

<https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0044443>

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), O.A., M.P. (2022). Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición de los trabajadores al ruido.

<https://www.insst.es/documents/94886/2927460/Gu%C3%ADa+t%C3%A9cnica+para+la+evaluaci%C3%B3n+y+prevenci%C3%B3n+de+los+riesgos+relacionados+con+la+exposici%C3%B3n+al+ruido+en+los+lugares+de+trabajo+2022.pdf/491842fd-cdf3-09bc-09b6-ac-c88279eea4?t=1691578868388>

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), O.A., M.P. (2021). Estado de situación de la exposición laboral al ruido y a las vibraciones mecánicas y acciones prioritarias para su reducción.

<https://www.insst.es/documents/94886/0/Estado%20de%20situaci%C3%B3n%20exposici%C3%B3n%20al%20ruido%20y%20a%20las%20vibraciones%20mec%C3%A1nicas%20-%20A%C3%B3n%202021.pdf>

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), O.A., M.P. (2012). NTP 950 Estrategias de medición y valoración de la exposición a ruido (I): incertidumbre de la medición.

<https://www.insst.es/documents/94886/326879/950w.pdf/57b8d473-4bf5-4d99-9a8d-521d17b6e3aa>

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), O.A., M.P. (2012). NTP 951 Estrategias de medición y valoración de la exposición a ruido (II): tipos de estrategias.

<https://www.insst.es/documents/94886/326879/951w.pdf/fc57e51d-5251-4662-ba16-e1b3a6a8706d>

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), O.A., M.P. (2012). NTP 952 Estrategias de medición y valoración de la exposición a ruido (III): ejemplos de aplicación.

<https://www.insst.es/documents/94886/326879/952w.pdf/d79df9a8-406e-45b9-bf32-48c1f0b546db>

Instituto Regional de Seguridad y Salud en el Trabajo de la Comunidad de Madrid (IRSST) y Federación ASPA de Servicios de Prevención Ajenos (2023). Guía práctica de prevención: Trabajos de mantenimiento o reparación en vehículos eléctricos.

<https://www.aspaprevencion.com/wp-content/uploads/2023/06/Guia-vehiculoselectricos-final.pdf>

Instituto Regional de Seguridad y Salud en el Trabajo de la Comunidad de Madrid (IRSST) (2012). Ruido y vibraciones en la maquinaria de obra.

<https://www.madrid.org/bvirtual/BVCM010757.pdf>



Orden ICT/155/2020, de 7 de febrero, por la que se regula el control metrológico del Estado de determinados instrumentos de medida. Boletín Oficial del Estado, núm. 47.

<https://www.boe.es/eli/es/o/2020/02/07/ict155/con>

Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido. Boletín Oficial del Estado, núm. 60.

<https://www.boe.es/eli/es/rd/2006/03/10/286/con> Página 36 de 36 Taller de reparación de vehículos. Riesgo por exposición al ruido





EJE GENERAL 5

Riesgos específicos
en colectivos de trabajadores

Taller de mantenimiento y reparación de vehículos. Riesgo por exposición al ruido



Instituto Regional de Seguridad
y Salud en el Trabajo

C/ Ventura Rodríguez, 7 - 28008 Madrid
Tfno. 900 713 123
www.comunidad.madrid